

**EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE SAPONIFICACIÓN ARTESANAL DE
ACEITES DE COCINA USADOS PROVENIENTES DEL MUNICIPIO DE
CHARALÁ.**

Martha Yanitza Arias Rodríguez

Código: 63562010

DIRECTOR DE TESIS

Diana Marcela Ibarra Mojica

Ingeniera Ambiental

Modalidad Proyecto aplicado para optar al título de:

Ingeniera ambiental

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Bucaramanga

2017

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos primero que todo van dirigidos a mi padre Dios, quien me ha dado la oportunidad de estar acá, me ilumino en situaciones difíciles y me dio la paciencia necesaria para trabajar sin desfallecer para alcanzar mi meta, sin el nada hubiera sido posible.

A mi madre, quien siempre creyó en mí y en mis capacidades y quien ha sido una madre para mi hija brindándole siempre su amor y cuidados mientras yo trabajaba y estudiaba, a mi esposo quien con su apoyo moral, espiritual y en ocasiones económicamente, siempre me demostró su amor por mí.

A la universidad, por darme a los mejores profesionales como Tutores y Directores para que fueran mi guía y apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A mis compañeros, colegas y amigos quienes con su perseverancia, optimismo y constancia me acompañaron y con los cuales muchas veces unimos esfuerzos para responder con nuestras obligaciones académicas. Y como no darle infinitas gracias a mi Directora de proyecto, por su tiempo y dedicación para corregirme y guiarme para que todo saliera bien y poder presentar un trabajo de calidad.

Infinitas gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	8
3.	OBJETIVO GENERAL.	10
3.1	Objetivos específicos:	10
4.	MEJORAMIENTO AMBIENTAL Y NORMATIVIDAD.	11
4.1	Desarrollo sostenible.	12
5.	MARCO TEORICO.	14
5.1	Generalidades de aceites y grasas.	14
5.2	Tipos de aceites más utilizados en el mercado:	14
5.3	Composición de aceite vegetal usado.	16
5.4	Efectos al Medio Ambiente y la salud humana.	17
5.5	Alternativas de manejo para uso industrial.	18
5.6	Propiedades físicas y características del jabón.	20
6.	METODOLOGIA.	22
6.1	Materiales e insumos.	23
6.2	Procedimiento realizado en laboratorio.	24
6.2.1	Ingredientes y cantidades.	24
6.2.2	Procedimiento.	24
6.2.3	Flujo grama del procedimiento.	25
7.	RESULTADOS.	26
7.1	Resultados de encuestas.	26
7.1.1	Registro fotográfico:	27

7.2	Resultado de proceso de saponificación._____	28
7.2.1	Registro fotográfico del proceso de saponificación._____	31
8.	CONCLUSIONES. _____	34
9.	BIBLIOGRAFIA. _____	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Parámetros físico-químicos y valores máximos permisibles. Fuente Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015._____	11
Tabla 2.	Cantidad de muestras recolectadas._____	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón._____	20
Figura 2	Encuesta realizada_____	22

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Normatividad ambiental Colombiana._____	12
Cuadro 2.	Materiales, insumos y elementos de protección personal utilizados._____	23
Cuadro 3.	Datos encuestas de establecimientos de comidas rápidas._____	26
Cuadro 4.	Datos encuestas a Restaurantes_____	27
Cuadro 5.	Datos encuestas a Hogares_____	28
Cuadro 6.	Jabones obtenidos y sus características._____	32

RESUMEN

Los aceites comestibles son un ingrediente básico y de gran importancia en la preparación diaria de alimentos; sin embargo, en pocas ocasiones se cuenta con sistemas adecuados para su manejo y disposición final, por lo que se recurre frecuentemente a arrojarlos por los desagües y cañerías lo cual genera contaminación ambiental al ser este un residuo altamente contaminante y de difícil degradación.

A esta problemática ambiental se suma que el municipio de Charalá no cuenta con Planta para el tratamiento de Aguas Residuales por lo cual, estos aceites y otros contaminantes llegan directamente y sin ningún tratamiento a fuentes hídricas como lo son los ríos Taquiza y Pienta, cuerpos receptores de las aguas residuales del municipio.

Buscando alternativas de mejoramiento ambiental para dicha problemática se llevó a cabo el desarrollo del presente proyecto, el cual evaluó la viabilidad técnica para llevar a cabo procesos de saponificación artesanal de aceites de cocina usados, provenientes de restaurantes y hogares del municipio de Charalá.

1. INTRODUCCIÓN

Mediante el presente trabajo se evaluó la posibilidad de dar un manejo y utilidad a los aceites usados para la elaboración de alimentos en el municipio de Charalá Santander. Es por esto que se evaluó la viabilidad del uso de técnicas artesanales para la transformación de estos aceites en jabón (saponificación) como alternativa para disminuir la cantidad de aceite vertido al medio ambiente y dando a conocer a los empresarios y amas de casa opciones de reutilización, evitando el vertido directo al alcantarillado.

Para llevar a cabo este trabajo se clasificó en tres categorías el sector alimenticio que se desarrolla en el municipio (restaurantes, establecimientos de comidas rápidas y hogares). Mediante encuestas realizadas a los establecimientos de elaboración de alimentos (restaurantes, comidas rápidas y hogares), se logró recolectar información básica y relevante como: clase, cantidades utilizadas de aceites y jabones, manejo y disposición final de aceites. Esta información ayudó a obtener diagnóstico sobre si existe o no, una problemática ambiental.

De los sitios encuestados se obtuvo una muestra representativa de aceites usados, los cuales fueron llevados al laboratorio de la universidad para realizar el proceso de saponificación. Finalmente, se evaluó la consistencia y el pH de los jabones obtenidos como criterios de comparación del comportamiento de los diferentes aceites en el proceso de saponificación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Las grasas y aceites son parte del contenido habitual de las aguas residuales domésticas, aportados principalmente por residuos de preparación de alimentos, como el aceite comestible usado. Según Quiñones y Sanz (2012), basta con verter 1 litro de aceite usado para contaminar 1000 lt de agua, evitando su posterior utilización y aprovechamiento y causando un deterioro ambiental significativo.

El mal manejo y disposición de residuos como los aceites de cocina, pueden generar múltiples problemas de carácter sanitario como malos olores, proliferación de agentes patógenos y deficiencias en los sistemas de alcantarillado en cuanto a obstrucción y taponamiento de la tubería los cuales generan gastos de mantenimiento adicionales. González y González (s.f.)

El municipio de Charalá (Santander) en la actualidad no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo tanto el aceite vertido a los desagües llega directamente al río Taquiza y Pienta. Su sistema de alcantarillado recoge aguas lluvias y aguas residuales (combinado), por esta razón resulta importante plantear alternativas que permitan a los pobladores hacer una mejor disposición o manejo de este residuo y disminuir sus niveles de vertimiento (Geobiota L.O.F. y Administración municipal, 2003, p.23).

Además de su importancia, valor nutricional y culinario, los aceites y grasas pueden llegar a ser materia prima para la elaboración de productos de gran importancia para el ser

humano. Existen industrias en el mercado y entidades académicas que han planteado alternativas de saponificación y de productos de alto valor energético como biocombustibles. (Pineda y Guerrero, 2011). Esta técnica de saponificación artesanal podría contribuir a disminuir el volumen de aceite que es vertido al sistema de alcantarillado del municipio, ya que es una técnica fácil de realizar y no es costosa.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnicas de saponificación artesanal para la transformación de aceites de cocina usados provenientes del municipio de Charalá.

3.1.Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de generación y vertimiento de aceites de cocina usados en el municipio de Charalá.
- Evaluar la viabilidad técnica de realizar procesos de saponificación artesanal con aceites de cocina usados, generados en el municipio de Charalá.

4. MEJORAMIENTO AMBIENTAL Y NORMATIVIDAD

En Colombia existe el decreto 4741 de 2005 expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y la Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, que reglamentan parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. En las cuales se encuentran las mezclas y emulsiones de desechos de aceites y agua o de hidrocarburos y agua (Y9). También especifican los valores máximos permisibles que deben cumplir los vertimientos puntuales a las aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado.

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS- ARD DE LAS SOLUCIONES INDIVIDUALES DE SANEAMIENTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES O BIFAMILIARES	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS – ARD Y DE LAS AGUAS RESIDUALES (ARD-ARND) DEL SERVICIO PUBLICO DE ALCANTARILLADO A CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES, CON CARGA MENOR O IGUAL A 625,00KG/DÍA DBO5
pH	Unidades de pH	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00
Demanda Quimica de Oxigeno (DQO)	mg/L O2	200.00	180.00
Demanda Bioquimica de Oxigeno (DBO5)	mg/L O2		90.00
Solidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	100.00	90.00
Solidos sedimentales (SSED)	mL/L	5.00	5.00
Grasas y aceites	mg/L	20.00	20.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L		Análisis y Reporte
Hidrocarburos			
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos de Fosforo			
Ortofosfatos	mg/L		Análisis y Reporte
Fosforo Total (P)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrogeno			Análisis y Reporte
Nitratos	mg/L		Análisis y Reporte
Nitritos	mg/L		Análisis y Reporte
Nitrogeno amoniacal.	mg/L		Análisis y Reporte

Tabla 1. Parámetros físico-químicos y valores máximos permisibles. Fuente Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015

Además de estas dos normas ambientales vigentes anteriormente mencionadas, existen otros principios ambientales que manejan de una manera global, el manejo de sustancias contaminantes y la conservación del medio ambiente en Colombia.

Norma	Detalle
Constitución Política de Colombia de 1991	Manejo y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.
Ley 99 de 1993	Ley General Ambiental de Colombia
Decreto 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Resolución 2154 de 2012	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los aceites y grasa de origen vegetal o animal que se procesen, envasen, almacenen, transporten, exporten, importen y/o comercialicen en el país, destinados para consumo humano y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1188 DE 2003	Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital.

Cuadro 1. Normatividad ambiental Colombiana

4.1.Desarrollo sostenible / 1987

El principio de Desarrollo sostenible nace en el año de 1987 en el marco del programa de la Naciones Unidas Para el Medio Ambiente y Desarrollo, el cual indica que hay que tener la capacidad de “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las de las futuras generaciones” (Restrepo, 2012).

En 1972 en la Declaración de Estocolmo se define como:

Los recursos naturales de la tierra, incluidos, el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga. (Restrepo, 2012, P.112.).

En 1992 en la declaración de Rio donde expide 27 principios alrededor del Desarrollo Sostenible, en los que se destacan:

Principio 1. Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

Principio 3. El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futura.

Principio 4. A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.

Principio 8. Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberán reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles, y fomentar políticas demográficas apropiadas. (Restrepo, 2012, P.112.).

Dentro de la declaración de Rio se declaró la Agenda Siglo 21: “La cual enlista las acciones que, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas⁷, deben ser llevadas a cabo por cualquier agente nacional e internacional, público o privado para lograr un modelo de desarrollo sostenible.” (Restrepo, 2012, P.111.).

5. MARCO TEORICO

5.1.Generalidades aceites y grasas

Las características generales de las grasas y aceites son importantes para determinar su calidad, funcionamiento y valor económico a la hora de su utilización.

Las grasas y aceites alimentarios son sustancias hidrofóbicas, insolubles en agua, distribuidas en el reino animal y vegetal; consisten de un mol de glicerol y tres moles de ácidos grasos, siendo denominadas comúnmente como triglicéridos. Sus ácidos grasos, varían en la longitud de su cadena y en el número de insaturaciones condicionando la naturaleza de la grasa y sirviendo de base para su clasificación, denominándoles mantecas cuando son sólidas a la temperatura ambiente o aceites cuando son líquidas. (Rodríguez, Maldonado, Muro y Miranda, 2016).

La importancia de las grasa en la nutrición radica en que son los nutrientes que más energía aportan, a razón de 37 KJ por cada gramo (9Kcal/gr), pero su valor nutritivo se realza porque aportan ácidos grasos esenciales que el organismo no puede fabricar por sí mismo. Rodríguez *et al.*

5.2.Tipos de aceites más utilizados en el mercado

En el mercado hay una gran variedad de aceites vegetales que pueden ser utilizados para la cocción y fritura de alimentos. Su variedad depende de la fuente de extracción. La elección del aceite a la hora de comprar depende de factores como sabor, propiedades de cocción, estabilidad, valor nutricional, rendimiento y precio.

A continuación se describen algunos de los tipos de aceites anteriormente nombrados.

Aceite de palma: Según Garcés y Sánchez (1997),” La palma de aceite (*Elaeisguineensis* Jacq.) posee un amplio campo de utilización, y se pueden aprovechar el tronco, las hojas y los frutos” (P.34).

El aceite de palma se extrae del mesocarpio del fruto de la semilla de la palma africana *Elaeis guineensis* Jacq a través de procedimientos mecánicos. Está constituido por una mezcla de ésteres de glicerol (triglicéridos) y es fuente natural de carotenos y vitamina E.

Según (Rincón y Martínez, 2009). El aceite de palma contiene alrededor de 50 por ciento de ácidos grasos saturados, lo cual lo hace muy estable y poco oxidable.

Aceite de oliva: Son los aceites procedentes únicamente de los frutos del olivo. El aceite de oliva se caracteriza por una gran riqueza en ácido oleico y una cantidad moderada de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente linoleico (ácidos grasos esenciales), siendo la tasa en ácidos grasos saturados no muy elevada (palmítico y esteárico).

Aceite de oleína de palma: El aceite de palma, ha llegado a ser uno de los aceites vegetales más empleados en diversas aplicaciones debido a sus buenas cualidades y propiedades. A partir de su fraccionamiento se obtienen dos fracciones: una líquida (Oleína) y una dura (Estearina). (Marcano, Rosa y Salinas. 2010. P. 24.).

La oleína de palma es la fracción más ligera del Aceite de Palma Africana. Es un aceite sumamente estable y muy neutro de sabor. Entre sus aplicaciones más utilizadas son para el freído de alimentos, ya que es un aceite que de forma natural aporta una estructura de alta estabilidad que retrasa la oxidación, dándole mayor vida de anaquel a los productos preparados con este aceite, así como un sabor muy neutro que resalta las características propias de los alimentos.

Aceite Hidrogenado: En el caso de los aceites, la reacción de hidrogenación consiste en saturar los dobles enlaces de los ácidos grasos en presencia de un metal que cataliza la reacción. Es un proceso importante de catálisis heterogénea gas/sólido/líquido en el cual el grado de insaturación de los triglicéridos naturales disminuye con el objetivo de convertir los aceites líquidos en grasa sólida para aplicaciones en la industria de la alimentación, para la producción de margarinas, grasas para la repostería, manteca, aceite de mesa, los cosméticos, plastificantes.

El proceso de hidrogenación permite lograr varios objetivos de interés tecnológico como:

- Modificar la composición de las grasas y de los aceites, y, por tanto, sus propiedades físicas y químicas.
- Disminuir la insaturación de los ácidos grasos.
- Hidrogenar parcialmente los enlaces múltiples de los aceites para uso alimentario y a fin de mejorar su resistencia a la oxidación atmosférica.
- Producir grasas con propiedades físicas determinadas que cumplan de necesidades concretas para su uso posterior. (Ajzenberg, 2002, P.229-230.).

Aceite de soya: es un aceite vegetal abundante en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6. Por eso, es bueno para dietas ricas en carbohidratos y carnes rojas, para compensar. Se obtiene a partir de las semillas de esta legumbre, tiene una coloración ligeramente amarillenta y un sabor suave.

5.3. Composición del aceite vegetal usado

Según González y González (s.f) un litro de aceite tiene la siguiente composición media:

85% de aceite, 10% de agua con restos de aceite y materia orgánica, 5% de lodos cuya composición es un 60% aceite, 30% materia orgánica y 10% agua. Densidad relativa 0,91.

5.4. Efectos al medio ambiente y a la salud humana

El aceite y las grasas a medida que son utilizados pierden sus propiedades físico-químicas, llegando a desarrollarse en él un elemento cancerígeno que limita su reutilización en la preparación de alimentos (Restrepo, 2012, p. 117). A consecuencia de esto, se hace necesario desecharlo y la mayoría de las personas lo arrojan por los desagües de los lavaplatos o incluso lo botan al suelo. Una vez en los ríos o en el mar, el aceite vegetal usado altera la correlación del oxígeno y agua, ya que crea una película difícil de eliminar que impide el paso de la luz y el intercambio de oxígeno entre el aire y el agua, lo que altera los ecosistemas acuáticos poniendo en peligro múltiples especies de animales y plantas. (González, 2016).

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO son parámetros más usados cuando se habla de depuración de aguas residuales, ya que estos se refieren a la materia orgánica biodegradable que son principalmente proteínas, carbohidratos, grasas y aceites (Triana, 2010).

“Al elevarse el valor de DQO en los cuerpos de agua se puede generar una afectación en el intercambio gaseoso, reduciendo la oxigenación entre aire-agua y la actividad fotosintética ya que absorbe la radiación solar, disminuyendo además, la producción interna de oxígeno disuelto” González y González (s.f.)

Son tres las reacciones de deterioro del aceite: **la hidrólisis** causada por agua, **la oxidación** (primaria, secundaria y terciaria) y las **alteraciones causadas por las altas temperaturas**. Las reacciones de oxidación son las más relacionadas con la salud y la nutrición, ya que a partir de éstas se forman hidroperóxidos, compuestos polares y

monómeros y polímeros cíclicos (16), los cuales han sido relacionados en animales de experimentación como productores de retraso en el crecimiento, hipertrofia o hiperplasia hepática, hígado graso, úlceras gástricas y lesiones titulares en corazón y riñón. (Suaterna, 2009, p.42.).

El aceite que es vertido por los desagües de los lavaplatos pueden causar problemas a los sistemas de alcantarillado, entre ellos encontramos obstrucción de las tuberías y reducción de la misma debido a la formación de una capa en las paredes internas. En los sistemas de tratamiento de aguas residuales pueden ocasionar alteraciones en los procesos y operaciones normales, causando costos de mantenimiento. (Pineda y Guerreiro, 2011. p.264.).

5.5. Alternativas de manejo para uso industrial

El reciclado y posterior transformación de aceites vegetales usados, ha sido de gran innovación para la industria al momento de generar biocombustibles, productos de aseo como jabón, cremas para el cuidado de madera y cera para brillar calzado.

Generación de Biocombustibles: La industria ha buscado alternativas de tratamiento para el manejo de los aceites usados una de estas alternativas es la de la generación de biocombustibles. Los combustibles fósiles derivados del petróleo anteriormente se consideraban de fácil acceso ya que no eran tan costosos, pero con la crisis petrolera llega también el alto valor en su precio y la escasez del producto, lo que incentiva a la búsqueda de combustibles alternativos. De estos combustibles alternativos, sólo el etanol y los aceites vegetales son combustibles no fósiles, investigadores han concluido que el aceite vegetal y las grasas animales podrían llegar a ser una promesa de combustibles alternativos para motores diesel, debido a su volatilidad baja y al alto número de cetano que contienen, lo

que permite generar la chispa necesaria para encender estos motores (Pineda y Guerrero, 2011).

Cera para Muebles: La elaboración de cera para muebles se lleva a cabo con la mezcla de los siguientes insumos: grasas y aceites usados, cera de abejas, trementina y aceite mineral; disueltos los productos, estos deben ser calentados y después deben ser dejados a temperatura ambiente para que se solidifique el producto final y así conseguir que la cera tenga una buena consistencia y pueda a su vez proporcionar un buen brillo. (Pineda y Guerrero, 2011).

Proceso de Saponificación: La saponificación es una reacción química entre un ácido y una base, en la cual se obtiene como principal producto la sal del ácido, y las bases alcalinos pueden ser sales de sodio y potasio. El jabón es obtenido después de someter un lípido saponificable, en este caso el aceite de cocina usado y una base que puede ser la Soda caustica (NaOH) o Potasa (KOH), a un proceso llamado saponificación artesanal, produciendo ácidos grasos y glicerina. Los aceites vegetales son los que mejor se adaptan al proceso y según la base empleada en el proceso se obtendrá jabones blandos (KOH) o sólidos (NaOH). (Zamora, 2011).

El índice de saponificación (IS) es expresado como el número de miligramos de KOH requeridos para saponificar los ácidos grasos libres y combinados, presentes en un gramo de grasa y ofrece una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que constituye la grasa). Las grasas que contienen ácidos grasos de cadena corta consumen más KOH en su saponificación mostrando IS más grandes y las que poseen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali exhibiendo valores pequeños de Índice de saponificación. (Rodríguez, Maldonado, Muro, Miranda, 2016).

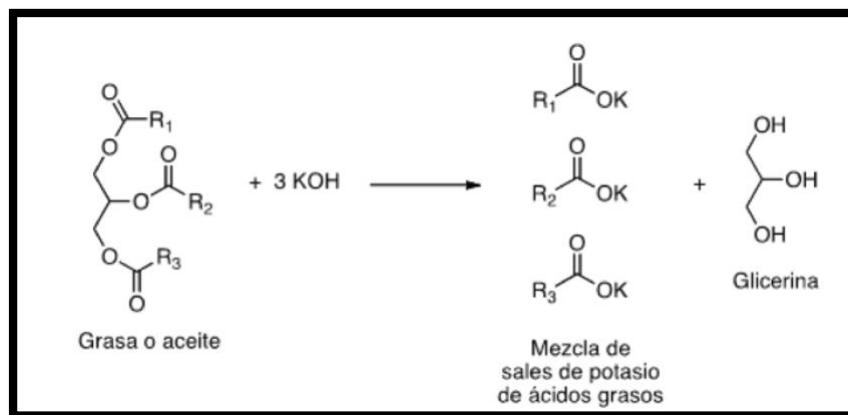


Figura 1. Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón.

5.6. Propiedades físicas y características del jabón.

Se trata de un agente limpiador o detergente que se fabrica utilizando grasas animales y/o aceites vegetales. El jabón es soluble en agua y, por sus propiedades detergentes, se usa comúnmente en productos destinados a la higiene personal y para lavar determinados objetos o tejidos. Químicamente, el jabón es la sal sódica o potásica de un ácido graso, que se obtiene por hidrólisis alcalina de los ésteres contenidos en los materiales grasos. (Guerrero, 2014. P. 13.).

Según el Hidróxido usado en la saponificación, los jabones obtenidos tienen distintas características, por ello se clasifican en:

- Jabones duros, compuestos por sales de sodio.
- Jabones blandos, compuestos por sales de potasio.

Los jabones ejercen su acción limpiadora sobre las grasas en presencia del agua debido a la estructura de sus moléculas. Éstas tienen una parte liposoluble y otra hidrosoluble. El componente liposoluble hace que el jabón moje la grasa disolviéndola y el

componente hidrosoluble hace que el jabón se disuelva a su vez en el agua. (Alava, 2012, p.45)

La utilización de este producto genera algunos impactos negativos al medio ambiente, debido a su estructura lipofílica que impide la descomposición de materia orgánica lo cual genera una acumulación de espuma que impide el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el medio acuático, produciendo, un empobrecimiento en el nivel de oxígeno, y como consecuente la muerte de diversas especies. (Cantarero, 2010, p. 84)

6. METODOLOGIA

Para llevar a cabo este proyecto, se inició realizando una serie de encuestas a establecimientos de elaboración de comida y hogares del municipio de Charalá, con el fin de conocer la clase de aceite que se utiliza, así como el manejo y su disposición dado.

ENCUESTA	
Encuesta dirigida a amas de casa, restaurantes, cafeterías y negocios de comida rápidas del municipio de Charalá, con el fin de determinar aspectos importantes en la investigación del proceso de saponificación (elaboración de jabón) a partir de aceite de cocina usado.	
Datos Generales	
Fecha:	
Nombre de restaurante:	
Dirección:	
Persona entrevistada:	
Persona que entrevista:	
Cuestionario	
1. Qué clase de aceite de cocina utiliza? (girasol, oliva, canola, otro, cuál?)	
2. Que cantidad de aceite de cocina usa por día?, semana? O mes? (litros o mililitros)	
3.Cuál es la disposición final que le da a los aceites usados?	
4. Percibe impactos socio-ambientales negativos respecto a la inadecuada disposición de aceites usados? En general? En su municipio?	
5. Cuanto jabón y detergente utiliza por día?, semana? O mes? (litros / mililitros, gramos)	
6. Estaría dispuesto(a) a aportar una muestra del aceite usado para el desarrollo del proyecto?	
7. Estaría dispuesto(a) a realizar un proceso de saponificación de los aceites usados que genera, como una alternativa para reducir el vertimiento directo al medio ambiente?	

Figura 2. Encuesta realizada

Después de realizar las encuestas se realizó la recolección de las diferentes muestras de aceites de los diferentes sitios. Se tomaron seis muestras de cada categoría para un total de 18 muestras de 500 ml cada una.

Establecimiento	Nº muestra
Restaurantes	6
Comidas Rápidas	6
Amas de casa	6
TOTAL	18

Tabla 2. Cantidad de muestras recolectadas.

6.1. Materiales e insumos

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD en Bucaramanga, bajo la supervisión de la directora del proyecto Ingeniera Diana Marcela Ibarra Mojica. A continuación se mencionan los materiales e insumos que se utilizaron.

Materiales de laboratorio	Insumos químicos	Elementos de Protección personal
<ul style="list-style-type: none"> • 4 Vasos de precipitado de 500ml • 2 probetas de 100 ml • 4 embudos de vidrio • 1 Balanza analítica • Plancha de calentamiento • Chorruscos para lavar material • Termómetros • Tubos de agitación manual • Moldes resistentes al calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Ácidos grasos (aceite reciclado) • Álcali (Sosa caustica o Potasa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bata • Guantes • Gafas • Tapabocas • Ropa cómoda • Calzado cerrado

Cuadro 2. Materiales, insumos y elementos de protección personal utilizados.

6.2. Procedimiento realizado en laboratorio.

El proceso que utilizamos es el **Método en frío**, el cual es el más común en la fabricación de jabón artesanal dado que el proceso no demanda insumos o materiales de nivel industrial.

6.2.1. Ingredientes y cantidades.

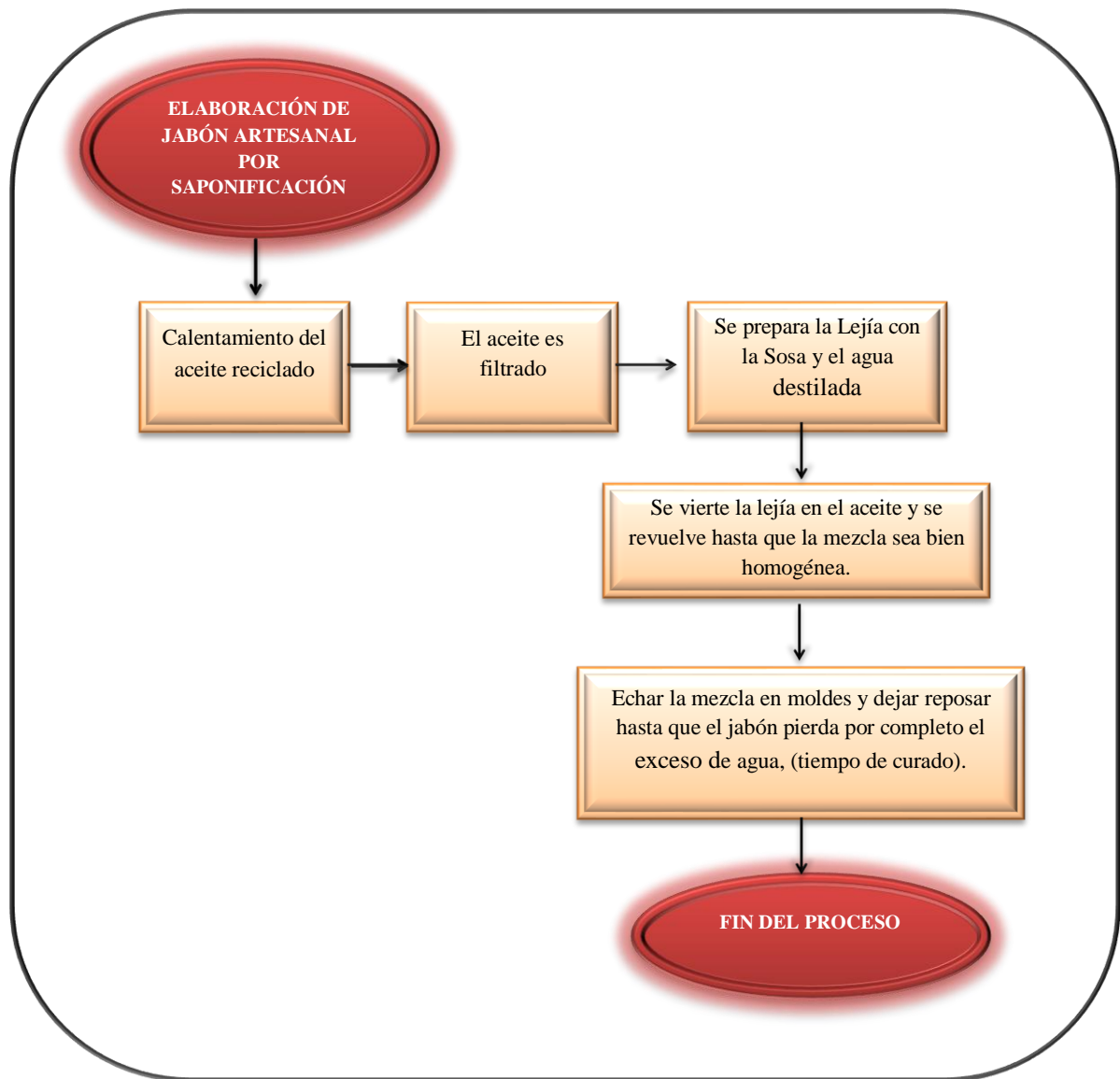
Peso (gr), no de volumen (ml):

- 250 ml de aceite de usado (filtrado)
- 85 ml gr de agua destilada
- 36 gr de sosa cáustica (NaOH).

6.2.2. Paso a paso del procedimiento.

1. Se calientan 250 gr de aceite reciclado.
2. Filtramos el aceite lo más fino posible para separar residuos gruesos.
3. Preparamos la lejía disolviendo los 36 ml de sosa caustica en los 85 gr de agua destilada.
4. Colocamos con precaución la lejía en el aceite y mezclamos con la ayuda de agitadores de vidrio, hasta conseguir punto de hebra o traza.
5. Vertimos la mezcla (jabón) en los moldes y cubrirlo con toallas o trapos limpios y de uso exclusivo del procedimiento, luego enfríe lentamente.
6. Después de 24 horas realizamos el desmolde.
7. Posterior a esto debemos esperar de 3 a 4 semanas aproximadamente para pierda la humedad y esté completamente compacto listo para usar.

6.2.3. Flujo grama de procedimiento



7. RESULTADOS

7.1.Resultados de las encuestas.

Para entender mejor los resultados de las encuestas tener en cuenta lo siguiente:

Aceite Viví: Mezcla de aceites de Oleína de palma, soya antioxidante (TBHQ O BHT) Y Sinergista.

Aceite Búcaro: Búcaro. Aceite vegetal de Soya y Oleína de Palma

Aceite Oleocalí: Mezcla de aceites comestibles soya, oleína y algodón.

Aceite Fino: Mezcla de aceites de oliva y girasol

Aspectos evaluados	Establecimientos comerciales de COMIDAS RAPIDAS					Total
	El pringue	Empanadas la plazuela	Bebidas y comidas la 23	Kiwi-ice	Deli- expres	
Clase de aceite	Aceite Viví	Aceite hidrogenado Búcaro	Aceite Viví	Aceite Viví	Aceite Viví	
Cantidad de aceite usado (L/Semana)	9	8	5	5	9	36 L /semana
Disposición final del aceite	Se vende para remedios para el ganado	Lo almacena y lo vende	Lo hecha en un hueco en el suelo	Lo desecha por el sifón	Lo arroja a la basura orgánica	
Impactos socio-ambientales	Obstrucción de cañerías	Obstrucción de cañerías y contaminación hídrica.	No percibe ningún impacto	No percibe ningún impacto	Obstrucción de cañerías.	
Cantidad de jabón usado (g/semana)	3.460	3.250	2.750	2.250	1.450	13.160 g/semana
Aporte de muestra de aceite?	Si	Si	Si	si	Si	
Le gustaría aprender el proceso de saponificación?	Si	Si	Si	si	si	

Cuadro 3. Datos de encuestas realizadas a establecimiento de comidas rápidas.

Aspectos evaluados	Establecimientos comerciales de RESTAURANTES					Total
	Los Cameos	Sazón de mi tierra	La palma	El Santo	Fogón de mi tierra	
Clase de aceite	Aceite de soya	Aceite Viví	Aceite Búcaro	Aceite Viví	Aceite Viví	
Cantidad de aceite usado (L/Semana)	19	4	5	3	5	36 L/Semana
Disposición final del aceite	Se vende	Se venden como abastos para cerdos	Se arroja a la basura orgánica	Se venden como abastos para cerdos	Se venden como abastos para cerdos	
Impactos socio-ambientales	No	Obstrucción de cañerías	No	Contaminación ambiental	Malos olores en caños, contaminación visual.	
Cantidad de jabón usado (g/semana)	6700	1500	5150	1750	2740	17.840 g/Semana
Aporte de muestra de aceite?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Le gustaría aprender el proceso de saponificación?	Si	Dependiendo de factor económico y elaboración del producto.	Si	Si	Si	Si

Cuadro 4. Datos de encuestas realizadas a Restaurantes.

Aspectos evaluados	Establecimientos comerciales de HOGARES					Total
	María Tapias	Patricia Chazatar	Paola Calderón	Doris Rincón	Luz Estella Chacón	
Clase de aceite	Aceite Oleocalí	Aceite FINO	Aceite Búcaro	Aceite Oleocalí	Aceite oleocalí	
Cantidad de aceite usado (L/Semana)	0.25	0.45	1	0.25	0.5	2.45 L/Semana
Disposición final del aceite	Se arroja al sifón	Lo arroja a la basura orgánica	Lo arroja al sifón	Lo arroja a la basura orgánica	Lo arroja al sifón	
Impactos socio-ambientales	Mal olor en cañerías	Contaminación ambiental	Mal olor y taponamientos de cañerías	No	Taponamiento de cañerías mal olor y proliferación de moscas.	
Cantidad de jabón usado (g/semana)	970	2500	1500	1292	2900	9.162 g/Semana
Aporte de muestra de aceite?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Le gustaría aprender el proceso de saponificación?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Cuadro 5. Datos de encuestas realizadas a Hogares.

Como resultado de la información obtenida en las encuestas los principales aceites utilizados son:

- Aceite de Soya,
- Aceite de oleína de palma,
- Aceite de palma,
- Aceite de oliva,
- Aceite hidrogenado.

Se pudo evidenciar que la mayoría de las personas encuestadas tienen conocimientos claros acerca de las consecuencias del mal manejo y disposición de los aceites, perciben

contaminación hídrica y problemas sanitarios como malos olores, proliferación de agentes patógenos y taponamiento de tuberías sanitarias en el municipio.

El personal encuestado demuestra gran interés en el proyecto, y manifiestan y ven interesante el aprender y llevar a cabo el proceso de saponificación artesanal, ya que esto contribuiría al mejoramiento ambiental en su municipio y estarían produciendo su propio jabón. Esto siempre y cuando los resultados sean satisfactorios y los gastos económicos no sean muy elevados.




Al terminar las encuestas se realizó la recolección de pequeñas muestras de aceite usado de los diferentes sitios, para llevar a cabo el proceso de saponificación.

7.1.2. Registro fotográfico



7.2. Resultados del proceso de saponificación.

- Al final de todo el proceso de saponificación y pasado el tiempo de curado (3 semanas), se obtuvo como producto final un jabón “natural” a partir de un residuo reciclado como fue el aceite de cocina mediante el proceso de saponificación artesanal. Decimos que es “natural”, ya que no se agregó ningún componente químico que alterara su olor, color o textura final. El único componente químico que se adiciono durante el proceso y que hace parte de la reacción de saponificación fue el álcali, en nuestro caso el hidróxido de sodio la cual se mezcló con agua destilada (Lejía).
- Durante el proceso de saponificación se obtuvieron jabones con distintas características, debido al tipo de aceite que se utilizó para su elaboración.

Tipo de aceite	Características del jabón	
Aceite de Soya usado		Color beige brillante Textura suave Olor característico Hace espuma Semana 0 pH =7.00 Semana 3 pH =7.00 A la 3ra semana todavía está blando
Mezcla de aceites establecimientos Comidas rápidas.		Color beige claro opaco Textura suave Olor característico Hace espuma Semana 0 pH =7.00 Semana 3 pH =7.00 3ra semana totalmente sólido
Mezcla de aceites de restaurantes		Color beige opaco Textura suave Olor característico Hace espuma Semana 0 pH =7.00 Semana 3 pH =7.00 A la 3ra semana todavía está blando



Mezcla de aceites de hogares		<p>Color beige brillante</p> <p>Textura suave</p> <p>Olor característico</p> <p>Hace espuma</p> <p>Semana 0 pH =7.00</p> <p>Semana 3 pH =7.00</p> <p>A la 3ra semana todavía está blando</p>
Blanco de soya		<p>Color blanco</p> <p>Textura arenosa</p> <p>Olor neutro</p> <p>Hace espuma</p> <p>Semana 0 pH=7.00</p> <p>Semana 3 pH= 7.00</p> <p>3ra semana totalmente sólido</p>
Blanco de oleocali		<p>Color blanco</p> <p>Textura arenosa</p> <p>Olor neutro</p> <p>Hace espuma</p> <p>Semana 0 pH=7.00</p> <p>Semana 3 pH= 7.00</p> <p>3ra semana totalmente sólido</p>
Blanco Viví		<p>Color blanco</p> <p>Textura arenosa</p> <p>Olor neutro</p> <p>Hace espuma</p> <p>Semana 0 pH=7.00</p> <p>Semana 3 pH= 7.00</p> <p>3ra semana totalmente sólido</p>
Aceite solido de palma		<p>Color beige claro opaco</p> <p>Textura suave</p> <p>Olor característico</p> <p>Hace espuma</p> <p>Semana 0 pH =7.00</p> <p>Semana 3 pH =7.00</p> <p>3ra semana totalmente sólido</p>
Aceite hidrogenado Liquido		<p>Color café</p> <p>Textura suave</p> <p>Olor característico</p> <p>Hace espuma</p> <p>Semana 0 pH =7.00</p> <p>Semana 3 pH =7.00</p> <p>3ra semana totalmente sólido</p>

Cuadro 6. Jabones obtenidos y sus características

- Durante el proceso de saponificación se utilizó aceite hidrogenado y aceite sólido, de los cuales se observó un proceso de curado más rápido (3 días), a comparación de los aceites usados líquidos y de los blancos.
- Los aceites blancos (aceites no usados) demoraron su proceso de curado 3 semanas y su textura final es arenosa.
- Las mezclas de aceites de restaurantes, mezclas de aceite de hogares y el aceite de soya fueron los más demorados en el proceso de curado, a la tercera semana todavía se observa humedad y al palparlos todavía están blandos.
- Realizando pruebas en cuanto a la generación de espuma, se pudo evidenciar que no generan gran cantidad de espuma y la generada se desvanece rápido, lo cual puede ser un factor importante al evaluar el impacto que produce al medio ambiente.
- El proceso de saponificación artesanal ayuda a disminuir los vertimientos de aceite usado y también reduce la demanda de jabón comercial, ya que el jabón obtenido del proceso de saponificación se puede emplear en actividades propias del hogar.
- Cada restaurante encuestado gasta un promedio de 785 gr de jabón a la semana. En los ensayos de laboratorio con 250 ml de aceite usado, se produjeron un promedio de 225 gramos de jabón sólido, lo que significa que con 9 litros de aceite reciclado generaría un aproximado de 8,100 gramos de jabón sólido al mes.
- Cada establecimiento de comida rápida encuestado gasta un promedio de 432 gr de jabón a la semana. En los ensayos de laboratorio con 250 ml de aceite usado, se produjeron un promedio de 225 gramos de jabón sólido, lo que significa que con 19 litros de aceite reciclado generaría un aproximado de 17.100 gramos de jabón sólido.

- Cada hogar encuestado gasta un promedio de 667 gr de jabón a la semana. En los ensayos de laboratorio con 250 ml de aceite usado, se produjeron un promedio de 225 gramos de jabón sólido, lo que significa que con 2.7 litros de aceite reciclado generaría un aproximado de 2,430 gramos de jabón sólido al mes

7.2.1. Registro fotográfico del proceso de saponificación.

<p>Calentamiento de los 250 ml de aceite reciclado.</p>	
<p>Filtrado del aceite para retener sólidos.</p>	

Preparación de Lejía



**Mezcla de lejía y
aceite usado.**



**Disposición en
Moldes para
solidificación.**



Después de 24 horas,
realizar el desmolde
del jabón para su
posterior curado.



3ra semana toma de
pH



8. CONCLUSIONES

Como balance final en cuanto a contaminación ambiental podemos decir que:

RESTAURANTES

Manejo del aceite.

El promedio de aceite utilizado al mes es de 15 Litros en cada uno de los establecimientos, de los cuales se desecha un aproximado del 60%. Si lo reciclaran se estaría evitando verter 9 litros, ya sea a las fuentes hídricas o a otro lugar de disposición.

Rendimiento del jabón

El consumo de jabón semanalmente es de 785 gr, con los 8.100 gr de jabón producido en el proceso de saponificación estaría cubriendo el consumo de 10 semanas.

ESTABLECIMIENTOS DE COMIDAS RÁPIDAS:

El promedio de aceite utilizado al mes es de 28 Litros en cada uno de los establecimientos, de los cuales se desecha un aproximado de 70%. Si lo reciclaran estarían evitando verter 19 litros aproximadamente.

Manejo del jabón

El consumo de jabón semanalmente es de 432 gr, con los 17.100 gr de jabón producido en el proceso de saponificación estaría cubriendo el consumo de 40 semanas.

HOGARES

Manejo del aceite.

El promedio de aceite utilizado al mes es de 2.7 Litros en cada uno de los hogares encuestados, de los cuales se desecha un aproximado del 40%. Si lo reciclaran se estaría evitando verter 1 litros, ya sea a las fuentes hídricas o a otro lugar de disposición.

Manejo del jabón

El consumo de jabón semanalmente es de 667 gr, con los 2.430 gr de jabón producido en el proceso de saponificación estaría cubriendo el consumo de 4 semanas.

Se logra demostrar que es posible reutilizar el aceite vegetal usado, retirándolo de la denominación de residuo contaminante y considerándolo como producto reciclable y materia prima para la producción de otro elemento de uso diario como es el jabón.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Jairo, Quiñones y Carlos Sanz. (2012). *Estimación de la cantidad de grasas y aceites usados de cocina y su destino en el municipio de pasto* (Tesis de grado). Universidad Cooperativa de Colombia.
- ✓ Administración Municipal de Charalá. (2003). *Esquema De Ordenamiento Territorial Etapa de Diagnostico*.
- ✓ Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2013). Informe Tecnico Sobre Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Colombia. Recuperado de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4989/47298>.
- ✓ Pineda, C.A, Guerreiro, J. (abril ,2011). Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comidas rápidas de Pereira. *Scientia Et Technica*, 17 (47), 264-269
- ✓ Echeverría Restrepo, J. (Febrero, 2011) El desarrollo sostenible y el reciclaje del aceite de cocina a la luz de la jurisprudencia y el ordenamiento jurídico colombiano. *Producción más limpia*, 7,(1), 109-122.
- ✓ Rodríguez Arzave, J. A.a,*, Maldonado Salazar, J. M.a, Muro Campillo, M.A.a, Miranda Velásquez, L.G.a. (2016). Índice de saponificación de cinco mantecas determinado mediante un micrométodo. 1, (1), 937-942
- ✓ Gonzalez Canal, I. (2015). Problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras de los aceites usados en cocina. *Aguasresiduales.info*. Recuperado de <http://www.aguasresiduales.info/revista/articulos/problematika-ambiental->

incidencias-en-redes-de-saneamiento-y-coste-del-tratamiento-en-depuradoras-de-los-aceites-usados-en-cocina

- ✓ Rodríguez Arzave, J. (2016). Índice de saponificación de cinco mantecas determinado mediante un micrométodo. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1). 937-942.
- ✓ Garcés Cristina, I. (1997). Productos derivados de la industria de la palma de aceite. Usos. *Palma*, 18 (1), 33-48.
- ✓ Rincon, S.M, y Martinez, D.M. (2009) Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria. *Palmas*. 30 (2), 12.
- ✓ Ajzenberg, N. (2002). Introducción a la hidrogenación de aceite y su implementación en un proceso supercrítico: caso del aceite de girasol. *Grasas y aceites*, 53 (2), 229-238..
- ✓ Restrepo, J. (Junio, 2012). El desarrollo sostenible y el reciclaje del aceite usado de cocina a la luz de la jurisprudencia y el ordenamiento jurídico colombiano. *Producción más limpia*. 7(1), 109-122.
- ✓ Pineda, C. Guerreiro, J. (Abril, 2011). Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comidas rápidas de Pereira. *Scientia Et Technica*, 17(47), 264-269
- ✓ Castrillón, J.; Rodríguez, C. (2012). *Estimación de la cantidad de grasas y aceites usados de cocina y su destino en el municipio de pasto* (Proyecto de grado). Universidad Cooperativa de Colombia, San Juan de Pasto.
- ✓ Suaterna, A. (Enero, 2009).La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas de Nutrición Humana*, 11 (1), 39-53

- ✓ García, M.; Cerezo, E.; Flores, J. (Enero, 2007). Elaboración de jabón en gel para manos utilizando aceite vegetal reciclado. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, (10)
- ✓ Zamora, M. (Mayo, 2011). Elaboración de Jabón en Pasta de lavandería, a Partir de Aceite Vegetal Comestible de Desecho, como Materia Prima. *Enlace Químico*, 3 (1), 18-25.
- ✓ Díaz Gonzalez, A. (2016). *Programa de gestión integral de residuos de aceite vegetal usado (avu) y grasa animal (ga) generados en el parque recreativo y zoológico piscilago*. (Trabajo de grado). Universidad de Cundinamarca, Girardot.
- ✓ Guerrero Gonzalez, C. (2014). Diseño de una planta de *fabricación de jabón a partir de aceites vegetales Usados*. (Trabajo de grado). Universidad de Almería.
- ✓ Rodríguez, J.; Maldonado, J.; Muro, M. Miranda, L. (2016). Índice de saponificación de cinco mantecas determinando mediante un micrómetro. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*, 1 (1), 937-942
- ✓ González, I, y González, J. (s.f). Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste de tratamiento en depuradoras. pp. 5. Recuperado de URL [file:///C:/Users/usuario/Downloads/articulo- _problematica-ambiental-incidencias-en-redes-de-saneamiento-y-coste-del-tratamiento-en-depuradoras-de-los-aceites-usados-en-cocina%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/articulo_-_problematica-ambiental-incidencias-en-redes-de-saneamiento-y-coste-del-tratamiento-en-depuradoras-de-los-aceites-usados-en-cocina%20(5).pdf)
- ✓ Alava Ortiz, L. (2012). *Evaluación del proceso de elaboración de jabón suave a partir de aceite Rojo y residual en interacción con lejía de ceniza proveniente de la “extractora de aceite de palma africana (Elaeis guineensis jacq) Quevepalma” en el Canton Quevedo* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo-Los Ríos Ecuador.

- ✓ Cantarero Malagon, A. (2010). *Determinación de tensioactivos aniónicos en matrices ambientales. Comportamiento del jabón en una parcela agrícola.* (Tesis Doctoral). Universidad de Granada, Granada.